

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-280419

(43) 公開日 平成11年(1999)10月12日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
F 0 1 L 1/20		F 0 1 L 1/20 A
C 2 2 C 38/00	3 0 4	C 2 2 C 38/00 3 0 4
F 0 1 L 1/04		F 0 1 L 1/04 A
1/14		1/14 C
		B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-84800

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月31日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 33 号

(72) 発明者 西岡 隆夫

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 瀧川 貴稔

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

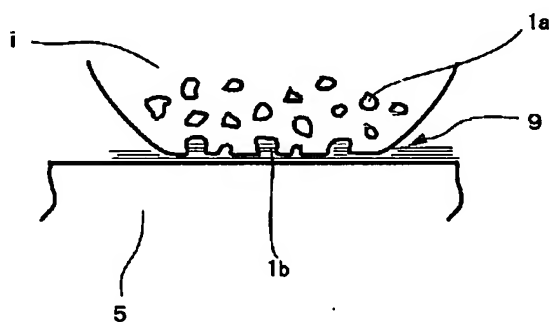
(74) 代理人 弁理士 上代 哲司 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 シムとカムの組合せ体

(57) 【要約】

【課題】 相手部材との固体接触で塑性変形や潤滑油中に混入する種々の不純物による腐食等で、面粗度が劣化し難いシム部材を選択し、カム部材の表面に油膜保持機能を設けて摺動面の流体潤滑を維持し、発生トルクと摺動部の摩耗を最小化する。

【解決手段】 往復動機構部に用いるシム 5 とカム 1 の組合せにおいて、前記シム 5 は、前記カム 1 摺動面より高硬度な材料から成り、前記シム 5 摺動面は十点平均表面粗さ $R_z 0.07 \sim 0.2 \mu m$ の面粗度範囲に仕上げられ、前記カム 1 の摺動面には開口気孔 1 b を設ける。



(2)

特開平11-280419

【特許請求の範囲】

【請求項1】 往復動機構部に用いるシムとカムの組合せにおいて、前記シムは、前記カム摺動面より高硬度な材料から成り、前記シム摺動面は十点平均表面粗さ R_z 0.07~0.2 μm の範囲に仕上げられ、前記カムの摺動面には開口気孔を有することを特徴とするシムとカムの組合せ体。

【請求項2】 シム部材がセラミックスから成り、カム部材が鉄基金属焼結体から成ることを特徴とする請求項1に記載のシムとカムの組合せ体。

【請求項3】 シム部材のセラミックスが窒化ケイ素又はサイアロンであることを特徴とする請求項1又は2に記載のシムとカムの組合せ体。

【請求項4】 シム部材は金属合金材料の表面にCr、Tiの窒化物又は炭化物であるセラミックスの被覆膜が施されて成り、カム部材は鉄基金属焼結体から成ることを特徴とする請求項1に記載のシムとカムの組合せ体。

【請求項5】 シム部材は金属合金材料の表面にダイヤモンド又はDLC被覆膜が施されて成り、カム部材は鉄基金属焼結体から成ることを特徴とする請求項1に記載のシムとカムの組合せ体。

【請求項6】 鉄基金属焼結体から成るカムの摺動面が、面積率が2~6%、最大径50 μm 以下の開口気孔を有することを特徴とする請求項4又は5に記載のシムとカムの組合せ体。

【請求項7】 カムの摺動面に存在するカム部材の開口気孔は、酸処理によるエッチングにて、表面開口気孔の数、大きさが制御されていることを特徴とする請求項6に記載のシムとカムの組合せ体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車等の内燃機関の動弁機構や燃料圧送ポンプの燃料噴射弁の駆動機構に用いられるシムとカムの組合せ体であって、摺動摩擦抵抗や摩耗量の低減を図り機構部品の耐久性を向上する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車エンジンの機械損失を低減して燃費の向上を図る有効な手段として、エンジン機構部の摩擦損失を低減させる技術が提案されている。中で

$$\Lambda = h_{\min} / \sqrt{(R_{\text{rms}1}^2 + R_{\text{rms}2}^2)} \cdots \cdots (2)$$

但し、 h_{\min} ：相手摺動部材間の最小隙間または最小油膜厚さ、 $R_{\text{rms}1}$ ：一方の摺動部材の表面の自乗平均粗さ、 $R_{\text{rms}2}$ ：他方の摺動部材の表面の自乗平均粗さを示す。従って、相手摺動部材の表面粗さを微細にすれば流体潤滑を維持するのに有効であることが判る。

【0008】前述の技術的背景を基に特開平7-98052号公報では、窒化ケイ素またはサイアロンを含むセラミックスから成るシムの摺動面粗さを、十点平均粗さ R_z 0.1 μm 以下とし、鋳鉄から成るカムの表面をチ

も、摺動速度が高く、且つ、高負荷となる動弁機構におけるシムとカムの摩擦損失を低減させることは、燃費を向上させる上で極めて有効である。

【0003】一方、燃焼室内に直接ガソリンや軽油を噴射する筒内直接噴射エンジンでは、燃料の圧送圧力を得るために往復動機構部に用いられるシムとカムも同様に過酷な摺動部品であり、この摩擦損失を低減させることは、燃料噴射弁の性能と耐久性を向上させる上で重要な技術である。特に、筒内直接噴射エンジン用の燃料噴射弁では、従来の鋼材から成るカムとカムローラを介したころがり摩擦方式から、シムとカムの材質を改良したすべり摩擦方式へ変更することにより、部品点数の削減や小型軽量化を達成して製造コストを低減することが求められている。

【0004】そして、ころがり摩擦方式からすべり摩擦方式への変換は、摩擦界面における部材間の摩擦仕事の最小化を図ることにより達成される。摩擦仕事は、往復動機構部が潤滑材雰囲気中に存在するとすれば、一般的に、部材間の最小隙間または最小油膜厚さと摺動面の性状が、摺動特性と摩擦損失に影響を与えるとされている。

【0005】前記摩擦仕事は、次の(1)式で定量化される。

$$F = A \{ \alpha S_m + (1 - \alpha) S_t \} \cdots \cdots (1)$$

但し、F：摩擦仕事、A：摺動面積、 α ：油膜の破断面積率、 S_m ：相手摺動部材が固体接触する場合の部材の剪断強さ、 S_t ：油膜の剪断強さを示し、 αS_m の項は、油膜が全く存在しない場合の摩擦仕事（境界潤滑下での摩擦仕事）を、 $(1 - \alpha) S_t$ の項は、完全に油膜が存在する場合の摩擦仕事（流体潤滑下での摩擦仕事）を表す。ここで、摩擦仕事Fを小さくするには、通常 S_m は S_t に比べ大きいから、流体潤滑下での摩擦仕事の項を増やして α を小さくする必要がある。

【0006】さらに、完全な流体潤滑状況を維持するためには、相手摺動部材の摺動面の性状を制御することが重要である。潤滑の尺度を示す油膜パラメータ Λ は、(2)式で定量化される。この Λ の値を大きくすることが、流体潤滑を維持するのには有効である。

【0007】

ル硬化した上、リン酸塩被膜を形成したシムとカムの組合せ体の技術が提案されている。

【0009】この従来技術によれば、慣らし運転中又は運転初期にカムの表面粗さを向上させて境界潤滑となる部分の摩擦抵抗を下げ、シムとカム間の摺動特性を改善しカムシャフト駆動トルクを大幅に低減できる。また、慣らし運転中にカムの表面粗さを向上させることができるので、複雑形状のカムの表面に特別な超精密仕上げ加工を行わなくても摩擦損失を低減させることが可能

であり、経済的にも極めて有効であると説明している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】すべり摩擦方式を採用するに当たっては、例え潤滑油雰囲気中でも部材間の面圧が高くなると、発生し易い境界潤滑を極力抑制できるシムとカムの材質を選択する必要がある。つまり、相手部材との固体接触で塑性変形や潤滑油中に混入する種々の不純物による腐食等で、表面粗さが劣化し難いS_m特性の材質を選択すべきである。分けても平坦な摺動面を有するシムは、高硬度な材質を選択しても超精密加工による微細な表面粗さを得易いので、このh_{min}特性を安定して維持する手段を附加すべきである。さらに、カム部材の表面にはh_{min}特性を助勢する手段を附加すれば、流体潤滑を維持するのに有効である。本発明は、これ等の課題を解決する技術を提案する。

【0011】

【課題を解決するための手段】往復動機構部に用いるシムとカムの組合せにおいて、前記シムは、前記カム摺動面より高硬度な材料から成り、前記シム摺動面を十点平均表面粗さR_z0.07~0.2μmの範囲に仕上げ、前記カムの摺動面については、前記カム部材の表面に存在する開口気孔を利用して、流体潤滑条件を維持する。

【0012】シム部材に窒化ケイ素又はサイアロンから成るセラミックスを選択し、カム部材に鉄基合金焼結体を用いて焼結体内部に分散している空孔を利用することで、カムの摺動面において、面積率で2~6%、最大径50μm以下の開口気孔を酸によるエッチング処理にて制御し油膜保持機能を向上する。

【0013】シム部材は金属材料の表面にCr、Tiの窒化物又は炭化物であるセラミックスの被覆膜、或いは、ダイヤモンド又はDLCの被覆膜を施し、カム部材は鉄基合金焼結体を用いることで熱処理によるカム部材硬度の硬質化を図って、双方の耐摩耗性を向上させる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に好適の実施態様を詳細に説明する。図1に、本発明のシムとカムの組合せ体を内燃機関の動弁機構に用いた適用例を、図2に、燃料噴射弁への適用例を示す。

【0015】図1において、直接駆動式の吸・排気弁は、カム1の回転に伴いエンジンの燃焼室に対し、カム1のプロフィールに沿ってバルブ2を往復動させる。シリンダブロック3に支持されるバルブリフター4の端面には、シム5の着座する凹部4aが設けられている。シム5は、厚さを調整することでカム1やバルブリフター4等の部品の集積誤差を相殺して、バルブ2の開閉弁動作の精度を維持する部材である。従って、凹部4aの側壁4bに拘束されて着座するか、カシメで嵌合するか、鐙付け等にて接合されてもよい。スプリングリテーナ6にコッター7にて固定されているバルブ2の端面は、

スプリング8にて常時付勢され、バルブリフター4の内部に当接している。

【0016】従って、カム1の回転に伴いバルブ2が往復動してエンジンの吸・排気をする際には、カム1とシム5の接触部は、極部的に高い面圧で互いに摺動するから耐摩耗性と耐熱性を要求されると共に、摩擦による機械損失の少ない材質を選択する必要がある。

【0017】一方、図2に示す原理的な燃料噴射弁において、カム21の回転に伴い往復動するプランジャー22は、シリンダーボディ23に摺動自在に収納され、シム24は、プランジャー22のフランジ22aに設けられる凹部22bに着座する。スプリングリテーナ25とフランジ22aの間にスプリング26が縮装されていて、カム21のプロフィールにシム24を、常時当接させるべく付勢されている。別途の経路より圧送されてくる燃料は、燃料ポート27から環状室28に至る。プランジャー22の先端に配置する吐出孔29と環状室28が連絡すると、燃料は噴射ノズル30から燃焼室内に噴射される。

【0018】カム21の下死点では、吐出孔29と環状室28は遮断されるから燃料の噴射は停止する。現実的な燃料噴射弁としては、噴射量を制御するガバナ機構や噴射時期を制御するタイマ機構等の補機が必要であるが、カム21とシム24の関係位置の説明には不要であるから省く。いずれにしても、該燃料噴射弁に用いるシムとカムの組合せ体は、図1のシム5とカム1と同様の要求特性を満足させる必要がある。以下は、主として図1の動弁機構に用いられる場合を例にとって説明する。

【0019】シム5とカム1は、相手部材との固体接触で塑性変形や摩耗を進行させないよう可能なかぎり硬いことが望ましい。特にシム5は、単純な形状であるからカム1より高硬度の材質を選択しても、流体潤滑を維持するための超精密加工による微細な摺動面を得ることは容易である。さらに、潤滑油中に混入する種々の不純物による腐食を抑止するのにセラミックスは好適の材料である。

【0020】特に、80重量%以上の窒化ケイ素又はサイアロンを含むセラミックスは、JIS R 1601「ファインセラミックスの曲げ強度試験方法」に準拠した曲げ強度の平均値が700MPa以上あり、耐衝撃性も一般のセラミックスより高い。そして、摺動面を十点平均表面粗さでR_z0.07~0.2μmに仕上げれば(1)式の摩擦仕事Fを小さくするのに有効である。

【0021】しかし、セラミックスは、一般的に硬いが脆いという弱点もある。そこで、これを補うため構造用炭素鋼、炭素工具鋼、合金工具鋼等の金属合金材料を母材としてシム5を形成し、表面の更なる硬質化と耐蝕性を得るため硬質の被覆膜にてカバーすることも有効である。例えば、JIS G 4105「クロムモリブデン

鋼鋼材」に規定されるSCM420を熱処理の上、摺動面を十点平均表面粗さで $R_z 0.07 \sim 0.2 \mu\text{m}$ に仕上げ、膜厚 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 程度のCr、Tiの窒化物又は炭化物、或いはダイヤモンド又はDLCをイオンプレーティング等の物理蒸着(PVD)または化学蒸着(CVD)により被覆すると、母材の表面粗さを損なうことなく滑らかで硬質の被覆膜が得られる。尚、これらのセラミックスやダイヤモンド、DLCの被覆膜は、相手部材との摺動にて剥離しないように基材との適切な密着強度を保つべく、被覆膜生成条件を考慮すべきである。

【0022】一方、カム1に硬質の材料を用い表面粗さを微細にして、(2)式の油膜パラメータ Λ の値を大きくして流体潤滑を維持するには大変な工数が掛かる。カム1の素材として従来技術では、加工工数を低減するため鋳鉄をチル化したものを用いているが、本発明では鉄基合金焼結体を用いる。

【0023】周知の粉末冶金法にて成形されるカム1は、内部に分散している適度な空孔を活用して良好な潤滑特性が、また、添加金属元素を配合することで機械的強度が、さらに、熱処理を施すことで適切な硬度が得られる。添加金属元素は、例えば、重量比で1.5%のMo、0.3%のCu、0.8%のC及び不可避な元素であり、残部がFeであるような総添加成分が10%以下であるような低合金であることが、粉末圧縮性、経済性の観点から好ましい。所定の位置にカム軸と嵌合する貫通孔を有するカム1の焼結体は、鍛付け或いは拡散焼結接合等によりカム軸と一体化する。

【0024】熱処理は、焼結体を成形する工程中で焼結体を金型内で圧縮しながら、高温相であるオーステナイト相から急冷して均質な硬度を有するマルテンサイト相を得た後、焼戻し処理を施せばカム5の表面硬度は、ビッカース硬度550~700程度に調質され、表面粗さは $R_z 5 \mu\text{m}$ 以下に維持される。又、焼結体を金型内で圧縮しながら熱処理を行うことで、カム1のプロフィールの熱歪みや寸法変化を抑制する効果がある。

【0025】図3に、シム5とカム1の摺動界面を極部的に拡大して示す。カム1の焼結体内部に分散している空孔1aの内、表面近傍に存在するものは、酸によるエッチング処理で油溜りとしての開口気孔1bを形成し、油膜9の保持機能を向上させることができる。エッチング処理により顕在化される開口気孔1bは、面積率で2~6%、最大開口径 $50 \mu\text{m}$ に制御するのが好ましい。この様な手段にてカム1の表面に開口気孔1bを設ければ、(2)式に示す油膜パラメータ Λ を大きくすることができる。

【0026】次に、上述の技術思想に基づいて構成したシムとカムの組合せ体の評価試験の結果につき説明する。図4に、その試験装置の概要図を示す。市販の4気筒エンジン排気量1800ccの動弁機構に、カムシャ

フト10を駆動するモータ11とシムとカムの組合せ体の発生トルクを計測するトルクメータ12を取付け、別途潤滑油を供給するポンプ(図示せず)を用意して、発生トルクとカム1の摩耗量を測定した。カム1の摩耗量は、図5に示す L を計測した。

【0027】シムとカムの従来技術の試料として、以下の仕様のもを準備した。厚さ3mmの60体積%以上の窒化ケイ素を含むセラミックスから成るシムを、十点平均粗さ $R_z 0.2 \mu\text{m}$ にダイヤモンド砥石にて研削した。鋳鉄から成るカムは、表面をチル硬化した上リン酸塩被膜を形成し、表面を十点平均粗さ $R_z 3.2 \mu\text{m}$ に機械加工にて仕上げた。

【0028】本発明のシム5は、厚さ3mmの80重量%以上の窒化ケイ素(Si3N4)を含むセラミックス(JIS R 1601の3点曲げ強度850MPa)から成るシムを、ダイヤモンド砥石を用いて研削加工の上、ダイヤモンド砥粒を用いたラッピング、ポリシング加工を組合せて十点平均粗さ $R_z 0.4$ 、 $R_z 0.2$ 、 $R_z 0.1 \mu\text{m}$ の3種類の表面粗度の試料を準備した。

【0029】さらに、厚さ3mmのSCM420を熱処理した母材に硬質の被覆膜を蒸着したものを準備した。熱処理されたSCM420から成るシム5を、同様の超精密加工により、十点平均粗さ $R_z 0.4$ 、 $R_z 0.2$ 、 $R_z 0.1$ 、 $R_z 0.07 \mu\text{m}$ の4種類の表面粗度の試料として準備した。この内、十点平均粗さ $R_z 0.4$ 、 $R_z 0.2$ 、 $R_z 0.1$ の試料に、Cr又はTiの窒化物を周知の方法で膜厚 $3 \mu\text{m}$ 蒸着したものと、十点平均粗さ $R_z 0.2$ 、 $R_z 0.07 \mu\text{m}$ の試料にダイヤモンド又はDLCを周知の方法で膜厚 $1 \mu\text{m}$ 蒸着したものを準備した。

【0030】本発明のカム1は、鉄基合金焼結体から成り焼入れ焼戻しの熱処理によって、均質なマルテンサイト相を有するビッカース硬度650の表面硬度のものを、所定の機械加工によりカムプロフィールを十点平均粗さ $R_z 3.2 \mu\text{m}$ に仕上げたものである。そして、酸によるエッチング処理により油溜りとしての開口気孔1bが、面積率で5%、最大開口気孔 $40 \mu\text{m}$ に制御し、油膜9の保持機能を向上したものを準備した。

【0031】通常の動弁機構の運転条件としては、摺動速度はクランクシャフトの回転数換算で1000~4000rpm、潤滑油温度は $-40 \sim 150^\circ\text{C}$ であるが、ここでは、カムシャフト10を2000rpm、潤滑油温度 80°C に設定して、運転開始から1時間後と500時間後の発生トルクの変動を、従来技術の試料を基準に%換算して表し、また、500時間後のカム摩耗量 L を μm 単位にて表1に記載する。

【0032】

【表1】

(5)

特開平11-280419

試料	カム		シム		発生トルク (%)		カム摩耗量
	材質	表面粗さ Rz: μm	材質	表面粗さ Rz: μm	1時間	500時間	500時間 μm
1	鋳鉄	3.2	Si3N4 単相	0.2	100	100	95
2	鉄焼結	3.2	Si3N4 単相	0.4	108	115	600
3	*	*	*	0.2	60	70	65
4	*	*	*	0.1	58	70	50
5	*	*	SCMに CrN膜	0.4	110	120	650
6	*	*	*	0.2	63	75	73
7	*	*	*	0.1	58	70	65
8	*	*	SCMに TiN膜	0.2	65	78	70
9	*	*	*	0.1	58	70	65
10	*	*	SCMに DLC膜	0.2	63	75	72
11	*	*	*	0.07	52	68	60
12	*	*	SCMに ダイヤ膜	0.2	65	78	72
13	*	*	*	0.07	51	68	62

【0033】表1の結果を考察すると、従来技術の試料1は表面粗さを $R_z 0.2$ に仕上げていても、本発明の同様の表面粗さに仕上げられた試料3、6、8、10、12に比べ、500時間後のカム摩耗量は大きい。これは、本発明のカム1表面に形成されている油溜りとしての開口気孔1bの油膜9の保持機能が発揮された結果と判断する。

【0034】しかし、本発明のシム5であっても試料2や5の表面粗さ $R_z 0.4\mu\text{m}$ では、例えばカム1に油溜り1bが存在していても、その効果は半減してしまうことが判る。かといって、シム5を試料4、7、9、11、13の表面粗さ $R_z 0.07\sim R_z 0.1\mu\text{m}$ にまで微細な仕上面にしても、その効果は顕著に増加することではなく、表面粗さ $R_z 0.07\mu\text{m}$ 以下に仕上げて投入加工工数が増加するだけで無駄である。従って、シム5の表面粗さは、 $R_z 0.07\sim 0.2\mu\text{m}$ に仕上げるのが好ましい。

【0035】次に、カム1表面の開口気孔の数と大きさに対する、発生トルクやカム摩耗量の関係につき評価した結果を説明する。評価試験には、図4と同様の試験装置を使用した。試験試料のシム5は、表1の試料4に相当するものを、また、カム1は、表1の試料2～13に相当する鉄基合金焼結体の表面に、酸によるエッチング処理で最大開口気孔 $40\mu\text{m}$ のものを、面積率で1%及び2～8%まで2%毎に5種類準備した。

【0036】試験条件は、カムシャフト10を2000

rpm、高温になると粘度が低下して油膜の切れ易い潤滑油温度 150°C に設定して、運転開始から500時間後の発生トルクの変動を、従来技術である表1の試料1の組合せを基準に%換算して表し、また、500時間後のカム摩耗量 L を μm 単位にて図6に記載する。

【0037】図6の結果を考察すると、発生トルクの変動は、カム1の表面の開口気孔1bの面積率が2%以下では、油溜りとしての開口気孔1bの分散が不充分であるため、油膜9の保持能力が低く、6%以上では潤滑に必要な油膜保持能力は維持されるものの、カム1としての強度低下、及びこれに伴って誘発される摩耗による表面粗さの低下から発生トルクの若干の増大が問題となる。カム摩耗量については、開口気孔1bの面積率が6%を越えると、カム1自身のアバタ状摺動面にシム5との固体接触が増えることで摩耗の進行することが判る。従って、安定した流体潤滑を維持するために、開口気孔1bは、面積率で2～6%、最大径 $50\mu\text{m}$ 以下に制御されることが好ましい。

【0038】

【発明の効果】本発明のシムとカムの組合せ体のシムは、カムより高硬度の材質を選択して摺動面の面粗さを $R_z 0.07\sim 0.2\mu\text{m}$ に超精密加工したので流体潤滑を維持することができる。さらに、80重量%以上の窒化ケイ素又はサイアロンから成るセラミックスのシムは、潤滑油中に混入する種々の不純物による腐食を抑えるのに好適であり、且つ、耐衝撃性にも優れている。

そして金属合金材料から成るシム母材の表面に、Cr、Tiの窒化物や炭化物及びダイヤモンド又はDLCの被覆膜を蒸着して表面硬度と一層の耐衝撃性並びに、耐蝕性の改善を図ることができる。

【0039】他方カムは、鉄基合金焼結体にて成形し熱処理を施した上、摺動面に酸によるエッチング処理にて面積率で2〜6%、最大径50 μ mの開口気孔を設けて油膜の保持機能を向上したので、安定した流体潤滑条件を維持できるので、従来技術のシムとカムの組合せに比べカム摩耗量は20〜30%改善できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を内燃機関の動弁機構に用いた実施例である。

【図2】本発明を内燃機関の燃料噴射弁に用いた実施例である。

【図3】本発明のシムとカムの摺動界面の極部的な拡大図である。

【図4】本発明の評価試験装置の概要図である。

【図5】本発明のカム摩耗量の測定部位の説明図である。

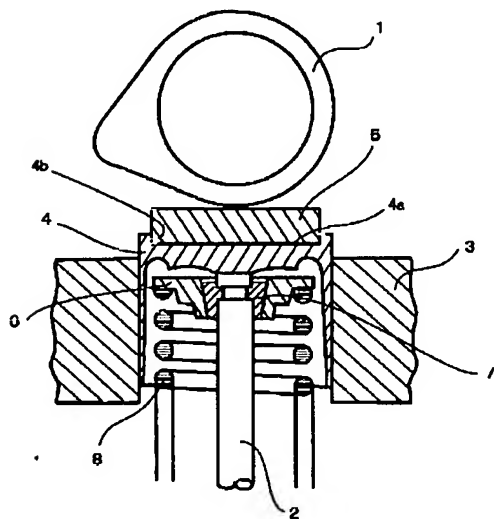
【図6】本発明のカム表面の開口気孔と発生トルク及び

カム摩耗量の関係を示した測定結果である。

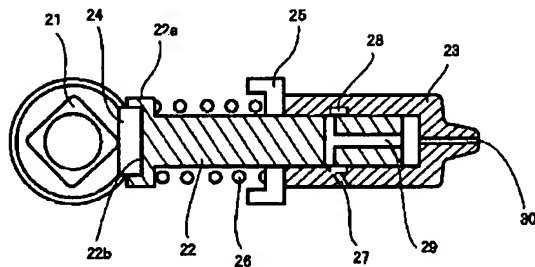
【符号の説明】

- 1、21：カム
- 2：バルブ
- 3：シリンダブロック
- 4：バルブリフター
- 5、24：シム
- 6、25：スプリングリティナー
- 7：コッター
- 8、26：スプリング
- 9：油膜
- 10：カムシャフト
- 11：モータ
- 12：トルクメータ
- 22：プランジャー
- 23：シリンダボディ
- 27：燃料ポート
- 28：環状室
- 29：吐出孔
- 30：噴射ノズル

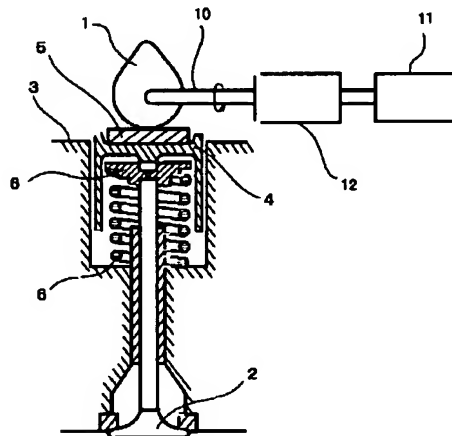
【図1】



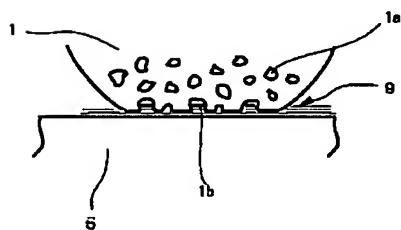
【図2】



【図4】



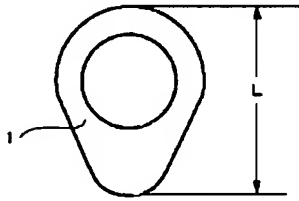
【図3】



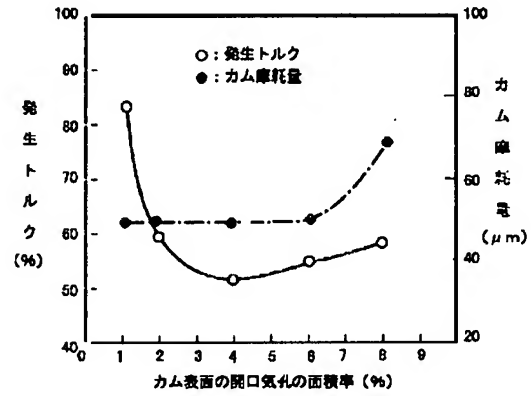
(7)

特開平 1 1 - 2 8 0 4 1 9

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶
F 0 1 L 1/16

識別記号

F I
F 0 1 L 1/16